

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschrift

DE 44 08 879 A 1

(21) Aktenzeichen: P 44 08 879.5
(22) Anmeldetag: 16. 3. 94
(23) Offenlegungstag: 21. 9. 95

(51) Int. Cl. 6:
B 60 T 8/48
B 60 T 8/32
B 60 K 28/16
F 04 B 49/06

DE 44 08 879 A 1

(71) Anmelder:
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

(72) Erfinder:
Meier, Kurt, 85716 Unterschleißheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 42 29 691 A1
DE 42 14 685 A1
DE 41 10 494 A1
DE 40 37 142 A1
DE 40 34 113 A1
DE 40 32 876 A1
DE 39 06 530 A1
DE 38 18 260 A1
DE 32 41 039 A1
GB 22 26 895 A

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Bremsanlage mit einem Motor zum Antrieb einer Hydraulikpumpe

(57) Bei einer Bremsanlage mit einem Motor zum Antrieb einer Hydraulikpumpe für den Druckaufbau bei Regeleingriffen eines Antiblockier- und/oder eines Antriebsschlupf-Regelsystems in Kraftfahrzeugen wird bei einem Regeleingriff des Antriebsschlupf-Regelsystems die Drehzahl des Motors nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit reduziert. Dabei wird die Verzögerungszeit beispielsweise in Abhängigkeit von der Viskosität der Hydraulikflüssigkeit, von dem für den jeweiligen Regeleingriff momentan notwendigen Druckbedarf und/oder von der Batteriespannung bestimmt.

DE 44 08 879 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 95 508 038/229

6/32

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Bremsanlage mit einem Motor zum Antrieb einer Hydraulikpumpe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Bremsanlage ist beispielsweise aus der DE 40 34 113 A1 bekannt. Diese Bremsanlage wird zu Regeleingriffen sowohl von Antiblockier-(ABS) als auch von Antriebsschlupf-(ASR)-Regelsystemen in Kraftfahrzeugen verwendet. Derartige Bremsanlagen sind mit einem Motor, vorzugsweise einem Elektromotor, zum Antrieb einer Hydraulikpumpe für den Druckaufbau derartiger Regeleingriffe ausgestattet. Bei der aus der DE 40 34 113 A1 bekannten Bremsanlage findet lediglich ein Ein- bzw. Ausschalten des Motors zum Antrieb der Hydraulikpumpe statt – unabhängig davon, ob ein Regeleingriff des ABS oder des ASR vorliegt. Dadurch wird sowohl im ABS- als auch im ASR-Betrieb der Motor im eingeschalteten Zustand lediglich mit einer einzigen Drehzahl betrieben, die zwangsweise derart ausgelegt ist, daß jeder Regeleingriff zu jeder Betriebsbedingung zuverlässig ausgeführt wird; d. h. die Drehzahl ist entsprechend des Druckbedarfs bei den meisten Betriebsbedingungen höher als notwendig ausgelegt.

Es ist allgemein bekannt, daß im ASR-Betrieb jedoch weniger Druckbedarf vorliegt als im ABS-Betrieb und damit im ASR-Betrieb im allgemeinen eine niedrigere Drehzahl des Motors zum Antrieb der Hydraulikpumpe ausreicht. Eine niedrigere Drehzahl des Motors zum Antrieb der Hydraulikpumpe ist insbesondere im ASR-Betrieb wünschenswert, da strömungsbedingt für den Fahrer unangenehme akustische Störgeräusche auftreten, die mit höher werdender Drehzahl lauter werden.

Es ist daher auch bekannt, im ASR-Betrieb die Drehzahl des Hydraulikpumpen-Antriebs zu reduzieren. Die Reduzierung der Drehzahl wird beispielsweise durch Taktung des elektrischen Versorgungsanschlusses des Motors oder durch Zuschalten eines seriellen Vorwiderstandes realisiert. Bei den bekannten Systemen beginnt die Reduzierung der Drehzahl des Motors bzw. des Hydraulikpumpen-Antriebs unmittelbar bei Beginn des Regeleingriffs des Antriebsschlupf-Regelsystems. In der Praxis hat sich dabei herausgestellt, daß durch die mit der Reduzierung der Drehzahl verbundene Leistungsreduzierung des Antriebs der Druck im Hydrauliksystem zu langsam ansteigt, um den momentan benötigten Druck rechtzeitig herzustellen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Bremsanlage ein- gangs genannter Art derart zu verbessern, daß sowohl die Akustik als auch die Schnelligkeit der Regeleingriffe des Antriebsschlupf-Regelsystems verbessert werden.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird bei einem Regeleingriff des Antriebsschlupf-Regelsystems die Drehzahl bzw. die Spannungsversorgung des Motors erst nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit reduziert. Somit wird während der Verzögerungszeit die volle Leistung des Motors zum Antrieb der Hydraulikpumpe zur Verfügung gestellt, um die gewünschte Solldrehzahl der Hydraulikpumpe schneller zu erreichen und damit die Beschleunigung der trügen Massen zu erhöhen. Nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit, die beispielsweise empirisch für verschiedene Betriebszustände ermittelt wird, wird die Drehzahl des Motors reduziert. Dabei wird, wie sich in Versuchen überraschend herausgestellt hat, nicht nur die Akustik verbessert, sondern auch ab-

hängig von der gewählten Verzögerungszeit ein schnellerer Druckaufbau als beispielsweise mit maximaler Leistung des Motors bewirkt. Mit reduzierter Drehzahl des Motors wird nach einem Druckaufbau im Sättigungsbereich zwar ein niedrigerer Druck erreicht als bei einem Antrieb mit maximaler Drehzahl des Motors, dies ist jedoch für die meisten Betriebsbedingungen im ASR-Betrieb dennoch ausreichend. Im übrigen werden durch die erfindungsgemäß verzögerte Reduzierung der Drehzahl des Motors sowohl der Druckaufbau beschleunigt als auch die Störgeräusche wesentlich vermindert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 2.

15 Danach wird die vorgegebene Verzögerungszeit in Abhängigkeit von der Viskosität der Hydraulikflüssigkeit bestimmt. Je zäher die Hydraulikflüssigkeit ist, umso höher sind die Reibungs- und Strömungswiderstände, die zu Beginn des Druckaufbaus zu überwinden sind.

20 Die Verzögerungszeit kann jedoch auch lediglich in Abhängigkeit von der Temperatur der Hydraulikflüssigkeit bestimmt werden, da die Viskosität in direktem Zusammenhang mit der Temperatur der Hydraulikflüssigkeit steht.

25 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 3.

Die vorgegebene Verzögerungszeit kann auch in Abhängigkeit von der Batteriespannung bestimmt werden, da die Batteriespannung proportional zur Versorgungsspannung des Motors ist und damit einen direkten Einfluß auf dessen Leistung bzw. Drehzahl aufweist. Daher wird die Verzögerungszeit verlängert, je niedriger die Batteriespannung ist.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 4.

35 Da sich sowohl die vorgegebene Verzögerungszeit als auch das Ausmaß der Reduzierung der Drehzahl des Motors auf den nach dem Druckaufbau im Sättigungsbereich erreichbaren Druck auswirkt, kann in Abhängigkeit von dem Betriebszustand bei Beginn des Regeleingriffs im ASR-Betrieb zunächst der momentan notwendige Druckbedarf bestimmt werden, in dessen Abhängigkeit die Verzögerungszeit vorgegeben wird.

40 Die Gegenstände der Patentansprüche 2, 3 und 4 sind sowohl einzeln als auch in allen möglichen Kombinationen miteinander erfindungsgemäß anwendbar.

45 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 5.

Die Reduzierung der Drehzahl des Motors wird wieder aufgehoben, wenn der mit der reduzierten Drehzahl erreichbare Druck kleiner ist als der momentan notwendige Druckbedarf. Beispielsweise kann sich während des Regeleingriffs der momentan notwendige Druckbedarf erhöhen, wodurch ein Anheben des Druckes im Sättigungsbereich nach dem Druckaufbau notwendig wird. Diese erfindungsgemäß Weiterbildung hat den Vorteil, daß zunächst durch die Reduzierung der Drehzahl nach der vorgegebenen Verzögerungszeit der Druckaufbau beschleunigt wird und durch das spätere Wiederanheben der reduzierten Drehzahl des Motors sogar schneller als ohne Reduzierung der Drehzahl der maximal mögliche Druck im Sättigungsbereich aufgebaut werden kann.

50 In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 verschiedene Druckverläufe während des erfindungsgemäßen Druckaufbaus und während des Druckaufbaus nach dem Stand der Technik.

Fig. 2 die Spannungen an der Batterie bzw. am Elektromotor und

Fig. 3 eine mögliche elektrische Schaltung zur Realisierung der Drehzahlreduzierung.

In Fig. 1 ist auf der Abszisse die Zeit t und auf der Ordinate der Druck p des Hydrauliksystems einer Bremsanlage aufgetragen. Zum Zeitpunkt $t = 0$ beginnt der Regeleingriff des ASR. Der Druckverlauf 1, vgl. durchgezogene dünne Linie, stellt den Druckverlauf nach dem Stand der Technik dar, bei dem keine Reduzierung der Drehzahl des Motors vorgenommen wird. Der Druckverlauf 1 zeigt einen flachen, d. h. langsamen, Anstieg des Drucks p über der Zeit t auf, der jedoch einen hohen Druck p_1 im Sättigungsbereich erreicht. Der Druckverlauf 2, mit dünn gestrichelter Linie dargestellt, stellt wie der Druckverlauf 1 den Anstieg des Drucks p über der Zeit t nach dem Stand der Technik dar, wobei jedoch die Batteriespannung bzw. die Versorgungsspannung des Motors kleiner ist als beim Druckverlauf 1. Dieser Effekt ist temperaturabhängig. Weder beim Druckverlauf 1 noch beim Druckverlauf 2 wird eine Reduzierung der Drehzahl des Motors nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit vorgenommen. Der Druckverlauf 3, siehe dicke durchgezogene Linie, stellt den Anstieg des Druckes p über der Zeit t dar, wenn nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit t_1 die Drehzahl des Motors bzw. die Versorgungsspannung des Motors um einen vorgegebenen Wert reduziert wird. Der Druckverlauf 3 zeigt gegenüber den Druckverläufen 1 und 2 zwischen den Zeitpunkten t_1 , d. h. nach der vorgegebenen Verzögerungszeit, und dem Zeitpunkt t_2 , d. h. zum Zeitpunkt in dem der Druckverlauf in etwa die Sättigung erreicht hat, einen steileren bzw. schnelleren Anstieg des Druckes p . Dagegen ist der Druck p_3 im Sättigungsbereich des Druckverlaufs 3 niedriger als beispielsweise die Druckwerte p_1 und p_2 der Druckverläufe 1 und 2. Wird beispielsweise zu einem Zeitpunkt zwischen t_1 und t_2 vom System erkannt, daß der momentan notwendige Druckbedarf über den Druckwert p_3 ansteigt, wird vorzugsweise zum Zeitpunkt t_2 die Reduzierung der Motordrehzahl wieder aufgehoben, wodurch sich der Druckverlauf 3 entsprechend des Druckverlaufabschnittes 4, in Fig. 1 strichpunktiert dargestellt, ändert. Liegt also ggf. doch maximaler Druckbedarf während des Regeleingriffes im ASR-Betrieb vor, kann dieser maximale Druckbedarf erfindungsgemäß nicht nur erzeugt werden, sondern auch – ggf. temperaturabhängig – schneller erzeugt werden, als mit einer Drehzahlsteuerung des Motors ohne Reduzierung. Ein derartiger Druckbedarf liegt beispielsweise vor, wenn bei Niedrigreibwerten erhöhter Zugkraftbedarf, z. B. Bergfahrt oder Hängerbetrieb bei Glatteis, auftritt. Vorzugsweise wird die Reduzierung der Drehzahl jedoch nur dann vorgenommen, wenn die Viskosität der Hydraulikflüssigkeit bzw. die Temperatur der Hydraulikflüssigkeit einen bestimmten Schwellwert unterschritten hat.

In Fig. 2 sind die jeweiligen Spannungswerte an der Batterie, Spannung U , sowie am Elektromotor, Spannung U_M , dargestellt, aus denen die Druckverläufe nach Fig. 1 hervorgehen. Der Druckverlauf 1 in Fig. 1 ergibt sich beispielsweise, wenn die Batteriespannung U maximal ist, $U = U_{max}$. Damit ist auch der Druck p_1 der maximal mögliche Druck in Abhängigkeit von der Batteriespannung U . Sinkt die Batteriespannung U z. B. durch Ermüdung der Batterie auf einen Wert U ; ab, ergibt sich beispielsweise der Druckverlauf 2, der gegenüber dem Druckverlauf 1 zwar eine höhere Steigung

aufweist, im Sättigungsbereich jedoch einen niedrigeren Druck p_2 erreicht. In Fig. 2 ist mit der fetten durchgezogenen Linie, beginnend bei dem Spannungswert U_{max} , der Spannungsverlauf U_M aufgezeichnet, durch den der Druckverlauf 3 in Fig. 1 beispielsweise erzeugt wird. Bis zum Zeitpunkt t_1 bleibt die Motorspannung U_M auf dem Maximalwert U_{max} , um anfänglich die Hydraulikpumpe zu beschleunigen und den Druck zunächst wie Druckverlauf 1 ansteigen zu lassen. Nach der vorgegebenen Verzögerungszeit, d. h. zum Zeitpunkt t_1 , wird die Motorspannung U_M auf einen Spannungswert U_2 erniedrigt, wonach sich die Steigung des Druckverlaufes 3 erhöht, um zum Zeitpunkt t_2 in den Sättigungsbereich überzugehen. Danach kann beispielsweise zum Erreichen eines höheren Druckwertes alternativ wieder auf den Spannungswert U_{max} übergegangen werden, wie in Fig. 2 strichpunktiert dargestellt ist, um damit einen veränderten Druckverlauf gemäß dem Druckverlauf 4 in Fig. 1 zu erreichen.

Durch dieses erfindungsgemäße Vorgehen ist bei niedrigerem Druckbedarf sowohl ein schnellerer Druckanstieg als beim Stand der Technik erreichbar als auch die Akustik in den Fällen verbessert, in denen ein niedrigerer als der maximale Druckbedarf vorliegt.

Fig. 3 zeigt eine mögliche elektrische Schaltung, mit der eine Reduzierung der Drehzahl des Motors M realisiert werden kann. Eine Batterie B an der eine Spannung U anliegt ist mit einem Widerstand R , an dem eine Spannung U_R abfällt, und mit dem Motor M , an dem sich eine Spannung U_M ergibt, in Serie geschaltet. Der Widerstand R ist mit einem Schalter S überbrückbar. Die Spannung U_M ergibt sich in folgender Weise aus der Batteriespannung U und der am Widerstand R abfallenden Spannung: $U_M = U - U_R$. Die Spannung U_M ist direkt proportional zur Drehzahl des Motors M . Wird also volle Drehzahl des Motors M bzw. maximal möglicher Druckbedarf angefordert, wird der Schalter S geschlossen, d. h. in die Stellung Null gebracht. Damit liegt als Motorspannung U_M die volle Batteriespannung U an und die maximal mögliche Drehzahl des Motors M ist erreichbar. Wird der Schalter S geöffnet, d. h. in die Stellung 1 gebracht, wird die Motorspannung U_M bezüglich der Batteriespannung U um den Spannungswert U_R reduziert. Daher ergibt sich also bei geschlossenem Schalter S beispielsweise der in Fig. 2 dargestellte Motorspannungswert U_{max} und bei geöffnetem Schalter S der in Fig. 2 dargestellte Motorspannungswert U_2 . Fig. 3 zeigt jedoch nur eine mögliche elektrische Schaltung zur Reduzierung der Drehzahl des Motors M . Es ist beispielsweise auch möglich, entweder durch Taktung der Spannung U_M am Motor M oder durch entsprechende Ausführung des Motors M , z. B. in Form eines Dreibürstenmotors mit unterschiedlichen Wicklungen, durch Umschalten auf die entsprechende Wicklung die Drehzahl des Motors M zu reduzieren.

Patentansprüche

1. Bremsanlage mit einem Motor zum Antrieb einer Hydraulikpumpe für den Druckaufbau bei Regeleingriffen eines Antiblockier- und/oder eines Antriebsschlupf-Regelsystems in Kraftfahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Regeleingriff des Antriebsschlupf-Regelsystems die Drehzahl des Motors (M) nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit (t_1) reduziert wird.
2. Bremsanlage nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit (t_1) in Ab-

- hängigkeit von der Viskosität der Hydraulikflüssigkeit bestimmt wird.
3. Bremsanlage nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit (t_1) in Abhängigkeit von der Batteriespannung (U) 5 bestimmt wird.
4. Bremsanlage nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit (t_1) in Abhängigkeit von dem für den jeweiligen Regeleingriff momentan notwendigen 10 Druckbedarf (p) bestimmt wird.
5. Bremsanlage nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Reduzierung der Drehzahl wieder aufgehoben wird, wenn der mit reduzierter Drehzahl erreichbare Druck 15 (p_3) kleiner als der momentan notwendige Druckbedarf (p_1) ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

